

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-347478

(43)Date of publication of application : 18.12.2001

(51)Int.Cl.

B25J 9/22

B25J 5/00

B25J 13/08

G05D 3/12

(21)Application number : 2001-107078

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 05.04.2001

(72)Inventor : NAKAGOME KOICHI

SATO KUNIO

IIZUKA NORIO

(30)Priority

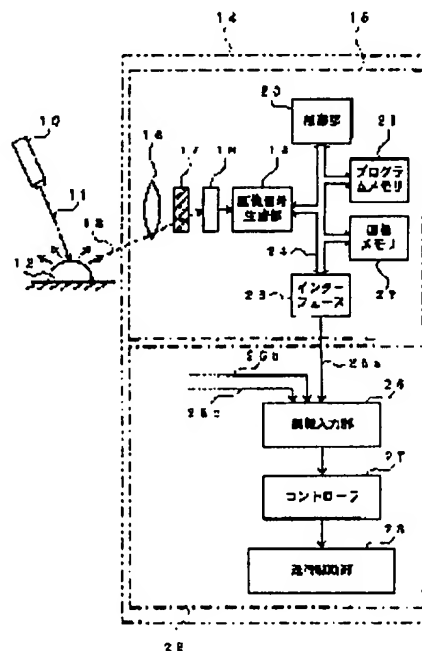
Priority number : 2000105128 Priority date : 06.04.2000 Priority country : JP

(54) TEACHING METHOD AND DEVICE ON OBJECT TO BE OPERATED IN ROBOT, AND ROBOT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the technique capable of surely and stably recognizing an object to be operated in a robot, and reducing the processing load of the robot.

SOLUTION: An image of the object to be operated formed on the object 12 to be operated by the reflection of the spot light 13 is picked up by a two-dimensional image sensor 18, the positional information corresponding to coordinates of a position of the image of the object to be operated on the output image of the two-dimensional image sensor is specified, and the teaching on the object 12 to be operated is executed to the robot 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.03.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-347478

(P2001-347478A)

(43) 公開日 平成13年12月18日 (2001.12.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 2 5 J	9/22	B 2 5 J	A 3 C 0 0 7
	5/00		E 5 H 3 0 3
	13/08		A
G 0 5 D	3/12	G 0 5 D	K
			M
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-107078 (P2001-107078)

(22) 出願日 平成13年4月5日 (2001.4.5)

(31) 優先権主張番号 特願2000-105128 (P2000-105128)

(32) 優先日 平成12年4月6日 (2000.4.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001443
カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 中込 浩一
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内

(72) 発明者 佐藤 邦雄
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内

(74) 代理人 100096699
弁理士 鹿嶋 英寛

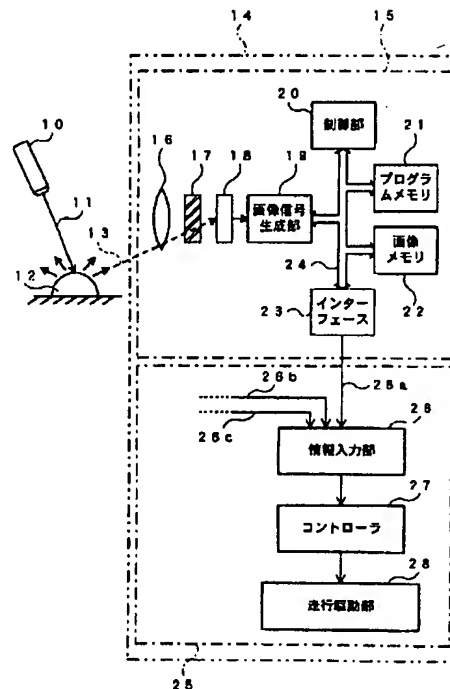
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットに対する操作対象の教示方法およびその装置ならびにロボット

(57) 【要約】

【課題】 ロボット14による操作対象の認識を正確且つ安定的に行なうことができ、しかも、ロボットの処理負担を軽減することができる技術を提供する。

【解決手段】 操作対象12の上形成されたスポット光13が反射された操作対象の画像を二次元画像センサ18で撮像して該二次元画像センサの出力画像における前記操作対象画像の位置座標に対応する位置情報を特定し、該特定された位置情報に基づいて、ロボット14に対する前記操作対象12の教示を行なう。



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-347478

(P2001-347478A)

(43) 公開日 平成13年12月18日 (2001. 12. 18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
B 2 5 J	9/22	B 2 5 J	A 3 C 0 0 7
	5/00		E 5 H 3 0 3
	13/08		A
G 0 5 D	3/12	G 0 5 D	K
			M
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-107078(P2001-107078)
(22) 出願日 平成13年4月5日(2001. 4. 5)
(31) 優先権主張番号 特願2000-105128(P2000-105128)
(32) 優先日 平成12年4月6日(2000. 4. 6)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001443
カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(72) 発明者 中込 浩一
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内
(72) 発明者 佐藤 邦雄
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内
(74) 代理人 100096699
弁理士 鹿嶋 英寛

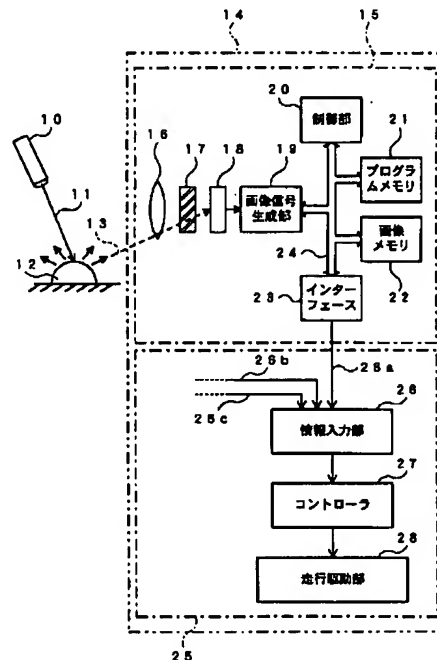
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットに対する操作対象の教示方法およびその装置ならびにロボット

(57) 【要約】

【課題】 ロボットにおける操作対象の認識を正確且つ安定的に行なうことができ、しかも、ロボットの処理負担を軽減することができる技術を提供する。

【解決手段】 操作対象12の上に形成されたスポット光13が反射された操作対象の画像を二次元画像センサ18で撮像して該二次元画像センサの出力画像における前記操作対象画像の位置座標に対応する位置情報を特定し、該特定された位置情報に基づいて、ロボット14に対する前記操作対象12の教示を行なう



【特許請求の範囲】

【請求項1】 操作対象を含む画像を二次元画像センサで撮像し、

該二次元画像センサの出力画像における前記操作対象の位置に対応する位置情報を特定し、

該特定された位置情報に基づいて、ロボットに対する前記操作対象の教示を行なうことを特徴とする、ロボットに対する操作対象の教示方法。

【請求項2】 光線発射装置から発射されたビーム光線が照射された操作対象を含む画像を撮像する二次元画像センサと、

前記二次元画像センサの出力画像における前記操作対象の位置に対応する位置情報を特定する特定手段と、

前記特定手段によって特定された位置情報に基づいて、ロボットに対する前記操作対象の教示情報を生成する生成手段と、

を備えたことを特徴とする、ロボットに対する操作対象の教示装置。

【請求項3】 前記ビーム光線が照射された操作対象画像の変調状態を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に基づいて、前記ロボットに対する教示内容としてのコマンド信号を発生する発生手段とを備えたことを特徴とする、請求項2記載の、ロボットに対する操作対象の教示装置。

【請求項4】 走路上の輝点を認識し、該輝点の動きに追従して移動するロボットにおいて、複数の受光センサと、

これら複数の受光センサの各々で前記輝点を検知する検知手段と、

この検知手段による結果より前記輝点の方向を判定する判定手段と、

この判定手段によって判定した方向を移動方向として制御する移動制御手段とを備えることを特徴とするロボット。

【請求項5】 走路上の輝点を認識し、該輝点の動きに追従して移動するロボットにおいて、

移動方向にスキャン可能な受光センサと、

この受光センサで前記輝点の存在する位置を探索する探索手段と、

この探索手段による結果、前記輝点の存在する方向を判定する判定手段と、

この判定手段によって判定した方向を移動方向として制御する移動制御手段とを備えることを特徴とするロボット。

【請求項6】 前記輝点は、オペレータが操作する光線発射装置からのビーム照射によって形成されたものであることを特徴とする請求項4または請求項5いずれかに記載のロボット。

【請求項7】 前記輝点は、固定構造物に取り付けられ、自在な方向にビームを照射可能な光線発射装置から

のビーム照射によって形成されたものであることを特徴とする請求項4または請求項5いずれかに記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロボットに対する操作対象の教示方法およびその装置ならびにロボットに関し、誰でも簡単にロボットに対して操作対象を教示し得る方法およびその装置ならびにロボットに関する。

【0002】

【従来の技術】入力信号または周囲環境条件などを検出するセンサを備え、測定結果に応じて自身が適切な反応または行動を起こすために必要な操作・誘導装置やプログラムなどを内蔵しているような機械システムのことを一般にロボット(robot)という。ロボットは、その用途に応じて様々な形態に分かれており、例えば、工場の製造ラインなどで用いられる据え付け型のものや、物流などの分野で用いられる自走型のものなど多種多様であるが、多くのロボットは操作対象を認識し、その操作対象に対して何らかの行為を行なう点で共通する。

【0003】操作対象の認識手法としては、ロボット自らが画像認識手段を備え、その画像信号を処理して操作対象の位置情報を取得する自律型や、ロボットに対して外部から操作対象の位置情報を与えて認識させる遠隔型の二つがある。特に、後者の遠隔型はロボットの構造を簡素化できるばかりか、使用環境に応じて自在に操作対象を指定できる点で柔軟性があり、例えば、自走型のロボットに用いて好適な手法である。

【0004】遠隔型の操作対象認識手法を適用した従来のロボット技術として、無線を用いたものが知られている。この従来技術のシステムは、ロボット本体と遠隔操縦装置とからなり、遠隔操縦装置をオペレータが操作して任意の操作対象の位置情報を適宜にロボット本体に与えるというものである。

【0005】例えば、図24において、所定の作業エリア1に存在する操作対象2の位置情報をロボット3に与える場合は、オペレータ4は当該作業エリア1の座標系(以下「作業座標系」という)で表現された操作対象2の位置座標を遠隔操縦装置5にインプットする。遠隔操縦装置5とロボット3との間は、無線電波6を媒体にして相互通信可能に接続されており、上記インプットされた情報(操作対象2の位置座標)はロボット3に伝えられ、ロボット3の内部でロボット座標系に変換された後、当該ロボット3の自律的動作プログラムの入力情報として利用されるようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のロボット技術にあっては、以下の(1)、(2)の理由により、オペレータ4による操作ミスの発生を認めず、操作対象の認識を正確且つ安定的に行なえないとい

う問題点がある。また、以下の(3)の理由により、ロボット本体の処理負担が大きいという問題点がある。

(1) 操作対象2の位置認定はもっぱらオペレータ4の目視判断によって行われるが、目視による作業エリア1内の正確な位置座標の判読は相当困難であり、位置認定の誤差は避けられない。

(2) 仮に正確な位置認定をし得たとしても、その位置情報の遠隔操縦装置5へのインプットをオペレータ4による手動操作で行なうため、入力ミスの発生を否めない。

(3) ロボット本体で座標変換(作業座標系からロボット座標系への変換)を行なうため、当該変換処理のオーバヘッドが大きい。

【0007】したがって、本発明が解決しようとする課題は、ロボットにおける操作対象の認識を正確且つ安定的に行なうことができ、しかも、ロボットの処理負担を軽減することができる技術を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の方法は、操作対象を含む画像を二次元画像センサで撮像し、該二次元画像センサの出力画像における前記操作対象の位置に対応する位置情報を特定し、該特定された位置情報に基づいて、ロボットに対する前記操作対象の教示を行なうことを特徴とする。請求項2記載の装置は、光線発射装置から発射されたビーム光線が照射された操作対象を含む画像を撮像する二次元画像センサと、前記二次元画像センサの出力画像における前記操作対象の位置に対応する位置情報を特定する特定手段と、前記特定手段によって特定された位置情報に基づいて、ロボットに対する前記操作対象の教示情報を生成する生成手段と、を備えたことを特徴とする。請求項3記載の装置は、請求項2記載の発明において、前記ビーム光線が照射された操作対象画像の変調状態を判別する判別手段と、前記判別手段の判別結果に基づいて、前記ロボットに対する教示内容としてのコマンド信号を発生する発生手段とを備えたことを特徴とする。請求項4記載のロボットは、走路上の輝点を認識し、該輝点の動きに追従して移動するロボットにおいて、複数の受光センサと、これら複数の受光センサの各々で前記輝点を検知する検知手段と、この検知手段による結果より前記輝点の方向を判定する判定手段と、この判定手段によって判定した方向を移動方向として制御する移動制御手段とを備えることを特徴とする。請求項5記載のロボットは、走路上の輝点を認識し、該輝点の動きに追従して移動するロボットにおいて、移動方向にスキャン可能な受光センサと、この受光センサで前記輝点の存在する位置を探索する探索手段と、この探索手段による結果、前記輝点の存在する方向を判定する判定手段と、この判定手段によって判定した方向を移動方向として制御する移動制御手段とを備えることを特徴とする。請求項6記載のロボットは、請求項

4または請求項5いずれかに記載のロボットにおいて、前記輝点は、オペレータが操作する光線発射装置からのビーム照射によって形成されたものであることを特徴とする。請求項7記載のロボットは、請求項4または請求項5いずれかに記載のロボットにおいて、前記輝点は、固定構造物に取り付けられ、自在な方向にビームを照射可能な光線発射装置からのビーム照射によって形成されたものであることを特徴とする。

【0009】

10 【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(第1の実施の形態)図1は実施の形態の全体的なシステム構成図である。この図において、光線発射装置10は、細く絞り込まれたビーム光線11を発射する例えば市販のレーザーポインタであり、図示を略したオペレータは、この光線発射装置10を手持ち操作してビーム光線11の照射方向をコントロールする。今、ビーム光線11を任意の対象物12(以下「操作対象物」)に向けて照射したとすると、操作対象物12の表面にビーム光線11のビーム幅に対応した小面積のスポット光13が形成される。スポット光13は操作対象物12の表面上で乱反射し、その一部がロボット14に設けられた受光ユニット15によって受光される。

【0010】受光ユニット15は、スポット光13を集光して結像する光学レンズ16と、スポット光13の波長域以外の外乱光を取り除く光学フィルタ17と、上記結像を画像信号に変換する二次元画像センサ(典型的にはCCD: Charge Coupled Device)18と、アナログの画像信号をデジタルの画像信号に変換する画像信号生成部19と、所定の制御プログラム(特に後述の「操作対象物認識プログラム」)を実行して受光ユニット15の動作を制御する制御部(発明の要旨に記載の特定手段、生成手段、判別手段、発生手段に相当)20と、上記所定の制御プログラムを格納するプログラムメモリ21と、画像信号生成部19で生成された画像信号をフレーム単位に格納する画像メモリ22と、上記所定の制御プログラムの実行によって生成された情報(ロボット14の現在位置からスポット光13までの距離と方向を表す情報)を走行部25に出力するインターフェース23と、各部を接続するバス24とを備える。

【0011】走行部25は、受光ユニット15からの出力情報26aや不図示の各種センサ(例えば、方位センサや走行距離センサ)からの出力情報26b、26cを取り込む情報入力部26と、これらの入力情報に基づいてロボット14の自走制御値を演算するコントローラ27と、その自走制御値に基づいてロボット14の走行機構を駆動する走行駆動部28とを備える。なお、走行部25はロボット14の反応または行動を起こすための主要部分である。本実施の形態では同主要部分における動作態様を“走行”として取り扱うが、これは説明上の一

例であって、これに限定されない。例えば、アーム形のロボットであれば、アームの駆動やアーム先端の把持機構の動きなどが上記動作態様に対応する。

【0012】図2は受光ユニット15の制御部20（特定手段、生成手段、判別手段、発生手段）で実行される操作対象物認識プログラムのフローチャートである。このフローチャートは、まず、二次元画像センサ18から周期的に出力されるフレーム画像の1枚分（1画面分）に対応する画像（以下「CCD画像」という）を取り込んで画像メモリ22に書き込み（ステップS11）、次いで、画像メモリ22の記憶情報（CCD画像）にスポット光が当てられた画像が含まれているか否かを判定し（ステップS12）、含まれていなければ、受光ユニット15の撮像方向を規則的にサーチまたは不規則にランダムサーチ（ステップS13）した後、ステップS11に復帰する一方、スポット光が当てられた画像ありを判定した場合は、その画像に対応する操作対象物までの距離と方向を演算し（ステップS14）、その演算値を走行部25に出力（ステップS15）した後、再びステップS11に復帰するという動作を繰り返す。

【0013】ここで、上記ステップS14における操作対象物までの距離と方向の演算概念を図を用いて説明する。図3（a）は、操作対象物12にビーム光線11を照射し、その反射光であるスポット光13をロボット14の受光ユニット15で受光した直後のCCD画像29（発明の要旨に記載の出力画像に相当）である。この図において、CCD画像29に含まれるスポット光が当てられた画像30の位置を図示のとおりとすると、すなわち、CCD画像29の横方向中心Paから距離Dだけずれ、且つ、CCD画像29の下端Pbから距離Lだけずれているものとすると、これらのパラメータ（DおよびL）より、所定の操作対象物12までの距離と方向を求めることができる。距離Dはロボット14から見た方位に対応し、距離Lはロボット14からスポット光13が当てられた画像30までの離隔距離に対応するからである。

【0014】したがって、上記DおよびLの値もしくはそれらに相関する値を、上記ステップS14における操作対象物12までの距離と方向の演算値とし、これらの演算値を走行部25に与えて当該演算値を減少するようにロボット14の現在位置を移動更新することにより、最終的には、図3（b）に示すように、CCD画像29に含まれるスポット光13が当たった操作対象物12を含む画像31の位置を座標（Pa、Pb）付近に収束させることができ、その結果、ロボット14の正面間近に操作対象物12を位置させることができる。

【0015】図4は上記実施の形態を用いたロボット14の走行制御例を示す図であり、自在に走り回る複数の操作対象物12a～12cの一つを指定し、その指定した操作対象物をロボット14が追跡する例を示す図であ

る。図において、オペレータ32は光線発射装置10のビーム光線11を一つの操作対象物（図では操作対象物12a）に向けて照射しており、ロボット14はその操作対象物12aで反射されたスポット光13を受光している。上記のとおり、実施の形態のロボット14はスポット光13の画像を二次元画像センサで撮像してCCD画像を生成するとともに、そのCCD画像に含まれる操作対象物12を含む画像において、操作対象物12の位置を所定の位置（Pa、Pb）に収束させるように走行制御を行なうものであり、ロボット14の正面間近に操作対象物12aを位置させ得るものであるから、結局、任意の操作対象物12aにビーム光線11を照射し続けるだけで、当該操作対象物12aの動きにロボット14を追従させることができるという作用が得られる。

【0016】（第2の実施の形態）ところで、上記実施の形態では、操作対象物12aにビーム光線11を照射して操作対象物12aの位置情報をロボット14に与えているが、同時にロボット14に対して各種のコマンド指令を与えることができない点で改善の余地がある。

【0017】図5は本実施の形態における光線発射装置33の構成図であり、上記実施の形態の光線発射装置10を改良して、操作対象物12aの位置情報とともに、各種のコマンド情報もロボット14に与えることができるようにしたものである。図において、複数（図ではN個）のコマンドボタン34～37はそれぞれ第1コマンドボタン34、第2コマンドボタン35、第3コマンドボタン36、……、第Nコマンドボタン37である。これらのコマンドボタンにはロボット14の各種動作コマンドが割り当てられている。

【0018】第i（iは1～N；以下同様）コマンドボタン34～37の各々は第1変調信号発生部38、第2変調信号発生部39、第3変調信号発生部40、……、第N変調信号発生部41に接続されており、第iコマンドボタンを操作することによって、そのコマンドボタンに接続された第i変調信号発生部から第i変調信号が出力されるようになっている。ここに、第1変調信号発生部38で発生する第1変調信号をM1、第2変調信号発生部39で発生する第2変調信号をM2、第3変調信号発生部40で発生する第3変調信号をM3、……、第N変調信号発生部41で発生する第N変調信号をMNとすると、M1～MNは、それぞれ異なる変調状態の信号であり、例えば、オンオフ周期の異なる信号である。

【0019】信号選択部42はM1からMNまでの変調信号のうちの一つ（操作状態にある第iコマンドボタンに対応した変調信号）を選択して、その選択変調信号Miを出力し、光駆動部43はその選択変調信号Miに従ってビーム光線45を発光する発光部44の発光動作を駆動する。

【0020】図6は本実施の形態における受光ユニット15の制御動作を示すフローチャートであり、前記実施

の形態の操作対象物認識プログラム(図2参照)の一部を改良した例である。この図において、図2と共通の処理部分に同一のステップ番号を付すことにすると、本実施の形態におけるポイントは、スポット光が当てられた画像ありを判定(ステップS12)した後に、この画像のスポット光に基づく変調状態の判定と各判定ごとのコマンド処理を行なうステップS20を含む点にある。

【0021】すなわち、ステップS12で画像ありを判定すると、まず、ステップS21で当該画像から反射されるスポット光の時間的な輝度変化の傾向からスポット光の変調種別を判定する。そして、その変調種別(第1変調、第2変調、第3変調、……、第N変調)ごとに、第1コマンド処理(ステップS22)、第2コマンド処理(ステップS23)、第3コマンド処理(ステップS24)、……、第Nコマンド処理(ステップS25)を実行した後、前記実施の形態と同様に、操作対象物までの距離と方向を演算する(ステップS14)。

【0022】したがって、本実施の形態によれば、光線発射装置33からのビーム光線45を任意の操作対象物に照射することによって、前記実施の形態と同様に、その操作対象物の位置情報をロボット14に与えることができるとともに、光線発射装置33のコマンドボタン34~37を選択的に操作することによって、N種のコマンド処理の一つをロボット14で実行させることができるという特有の効果を得られる。

【0023】(第3の実施の形態)図7は本発明の第3の実施の形態を示す図であり、ロボット14aの受光ユニット15aに光駆動部46と発光部47を追加した例である。光駆動部46は制御部20から所定の変調種別の変調信号が与えられたときに発光部47の発光動作を当該変調種別で駆動し、発光部47は光駆動部46の駆動によって上記の所定の変調種別の変調信号で変調されたビーム光線48を発射する。ここで、ビーム光線48の発射方向はスポット光13の入射方向にできるだけ一致していることが望ましい。詳細は後述するが、当該スポット光13を反射する操作対象物(の表面におけるスポット光13の反射点近く)にビーム光線48を照射するためである。

【0024】図8は本実施の形態における受光ユニット15aの制御動作を示すフローチャートであり、前記実施の形態の操作対象物認識プログラム(図2参照)の一部を改良した例である。この図において、図2と共通の処理部分に同一のステップ番号を付すことにすると、本実施の形態におけるポイントはステップS30を含む点にある。すなわち、画像ありを判定(ステップS12)した後に、スポット光(反射光)の変調状態が所定の変調種別であるか否かを判定し(ステップS31)、その判定結果が“YES”であれば、前記実施の形態と同様にランダムサーチ(ステップS13)を行なう一方、“NO”であれば、所定の変調種別で発光部47を駆動

(ステップS32)した後、前記実施の形態と同様に操作対象物までの距離と方向を演算(ステップS14)する点にある。

【0025】図9は本実施の形態を用いたロボットの走行制御例を示す図であり、自在に走り回る複数の操作対象物12a~12cの一つを指定し、その指定した操作対象物を、複数(図では便宜的に2台)のロボット14aの1台に追跡させる例を示す図である。以下、図において、ロボット14aの各々に符号A、Bを付して識別することにする。

【0026】いま、図中の一つの操作対象物12aに不図示の光線発射装置からビーム光線が照射され、そのビーム光線の反射光(スポット光)が、例えば、ロボット14a(A)によって先に捕捉されたと仮定する。この場合、ロボット14a(A)における図8のステップS31の判定結果は“NO”となり、ステップS32を実行する結果、所定の変調種別で変調されたビーム光線48がロボット14a(A)から操作対象物12aに向けて発射される。そして、このビーム光線48の反射光(スポット光48a)が他のロボット14a(B)によって捕捉されると、このロボット14a(B)における図8のステップS31の判定結果は“YES”となるため、このロボット14a(B)ではステップS32は実行されず、代わりにランダムサーチ(ステップS13)が実行されることになる。

【0027】つまり、本実施の形態によれば、指定された操作対象物12aを先に捕捉したロボット14a(A)からその旨を宣言する情報(所定の変調種別)を含むビーム光線48がその操作対象物12aに向けて発射されるため、このビーム光線48の反射光(所定の変調種別で変調されたスポット光48a)を受光した他のロボット14a(B)は、その操作対象物12aを無視して追跡しないという弁別作用が得られる。したがって、複数のロボット14a(A)、14a(B)が存在する環境下であっても、任意の1台のロボットに対して一つに操作対象物を割り当てることができるという特有の効果を得られる。

【0028】(第4の実施の形態)以上の各実施の形態では、ロボットの操作対象を“物”として扱っているが、本発明の意図する範囲はこれに限定されない。例えば、図10に示すように、オペレータ32によって持ちこたれた光線発射装置10からのビーム光線11を床面や路面等の物以外の操作対象(以下「路面50」という)に照射し、その反射光(スポット光13)をロボット51の受光ユニット52で捕捉させるようにしてもよい。図示のロボット51は自走型のロボット(例えば、自走車両)であり、前述の各実施の形態と同様に、スポット光13の画像信号に基づいてロボット51の進行方向を自律的に制御するものである。

【0029】この実施の形態によれば、ロボット51

10

20

30

40

50

は、ビーム光線11の照射点を追いかけるように走行するため、無線操縦の如き遠隔走行案内を行なうことができ、例えば、無人の消火車両や爆発物搬送車両または地雷探知車両などの遠隔操縦システムに適用することができる。しかも、光線発射装置10からのビーム光線の照射方向をコントロールするだけの簡単な操作でよく、無線操縦のように特別な訓練を必要としないから、誰でも容易にロボット51の走行案内を行なうことができるという特有の効果が得られる。

【0030】(第5の実施の形態)図11は、自走型ロボット(以下、単にロボットという)の具体的な外観例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は左側面図、(c)は底面図である。ロボット60は、本体61と、この本体61の上面に固定的に取り付けられた受光ユニット62(検知手段)とから構成されている。

【0031】本体61は、左右一対の前輪63L、63R(添え字のLは左、Rは右を示す。以下同様。)と一つの後輪64とを備えており、図示の例では、前方二輪、後方一輪の三輪方式で前進運動及び左右旋回運動を行うようになっている。すなわち、左右の前輪63L、63Rは、それぞれ左右のモータ65L、65Rによって個別に駆動され、また、後輪64は、回転フリーの従動輪であって、しかも、アーム66によってその従動方向が自由に变化するように本体61に取り付けられており、左右のモータ65L、65Rを同量回転させることにより前進を、また、左右のモータ65L、65Rを差動回転させる(回転量に差を付ける)ことにより左右への旋回を行うようになっている。

【0032】受光ユニット62には、横方向に配列された三つの受光センサ67L、67C、67Rが実装されている。これらの受光センサ67L、67C、67R(添え字のCは中央を示す。)は、前記第4の実施の形態における受光ユニット52と同様に、床面や路面等、物以外の操作対象(図10の路面50参照)からの反射光(図10のスポンツ光13参照;このスポンツ光13は発明の要旨に記載の「輝点」に相当する。)を捕捉するものである。

【0033】図12(a)は、本実施の形態におけるロボット60の内部システム構成図である。この図において、制御部70(判定手段、移動制御手段)は、受光ユニット62の三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号(PdR、PdC、PdL)を取り込み、それら三つの信号(PdR、PdC、PdL)に基づいて前記反射光の方向を判定し、その方向にロボット60を自走させるための制御値を演算する。

【0034】制御値は、たとえば、ロボット60が、前進、停止、左旋回または右旋回の各々の運動を行うものとする、これら四つの運動状態は2ビットの情報で表すことができるため、ここでは、「00=停止」「11=前進」、「01=左旋回」、「10=右旋回」とする

ことにし、上位ビットを左駆動信号DLに、また、下位ビットを右駆動信号DRとして、それぞれを右モータ65R用の駆動部71R(以下「右輪駆動部71R」という。)及び左モータ65L用の駆動部71L(以下「左輪駆動部71L」という。)に入力することにする。

【0035】図12(b)は、右輪駆動部71R(または左輪駆動部71L)の構成図である。以下、代表して右輪駆動部71Rの構成を説明するが、左輪駆動部71Lの構成も同一である。右輪駆動部71Rは、切換部72からの制御によって接点が切り替わる二つのスイッチ素子73、74と、スイッチ素子73、74の接点がA位置(またはC位置)にあるときにモータ65Rに対して直流電圧を供給するバッテリー73と、スイッチ素子73、74の接点がB位置(またはC位置)にあるときにモータ65Rの起電力を消費して再生制動をかける負荷素子74とを備える。

【0036】なお、モータ65Rは、スイッチ素子73、74の接点がA位置にある時に一方向に回転(以下「正転」という。)し、右前輪63Rは、この正転により前進方向に回転するものとする。ちなみに、スイッチ素子73、74の接点をC位置にすると、バッテリー73の極性が入れ替わってモータ65Rに与えられるようになっている。この場合、モータ65Rは逆転し、右前輪63Rは、この逆転により後進方向に回転する。ただし、本実施の形態においては、「後進運動」を想定していないため、以下の説明では、C位置については特に触れない。

【0037】右輪駆動部71Rの切換部72には、右駆動信号DRが入力されており、この右駆動信号DRは、「00=停止」「11=前進」、「01=左旋回」及び「10=右旋回」のそれぞれの下位ビットである。すなわち、DRの論理値は、停止制御時と右旋回制御時で「0」、前進制御時と左旋回制御時で「1」になるので、右輪駆動部71Rの切換部72は、DR=1のときにスイッチ素子73、74の接点をA位置にし、DR=0のときに同接点をB位置にする。

【0038】同様に、左輪駆動部71Lの切換部72には、左駆動信号DLが入力されており、この左駆動信号DLは、「00=停止」「11=前進」、「01=左旋回」及び「10=右旋回」のそれぞれの上位ビットである。すなわち、DLの論理値は、停止制御時と左旋回制御時で「0」、前進制御時と右旋回制御時で「1」になるので、左輪駆動部71Lの切換部72は、DL=1のときにスイッチ素子73、74の接点をA位置にし、DL=0のときに同接点をB位置にする。

【0039】したがって、制御部70から出力される制御値(DL、DR)が「00=停止」である場合は、右前輪63R駆動用のモータ65Rは再生制動をかけて回転を止め、左前輪63L駆動用のモータ65Lも再生制動をかけて回転を止めるから、ロボット60はそ

10

20

30

40

50

の場で「停止」する。

【0040】また、同制御値（「DL, DR」）が「01=左旋回」である場合は、右前輪63R駆動用のモータ65Rは正転し、左前輪63L駆動用のモータ65Lは再生制動をかけて回転を止めるから、ロボット60はその場で「左旋回」する。

【0041】また、同制御値（「DL, DR」）が「10=右旋回」である場合は、右前輪63R駆動用のモータ65Rは再生制動をかけて回転を止め、左前輪63L駆動用のモータ65Lは正転するから、ロボット60はその場で「右旋回」する。

【0042】次に、ロボット60の制御部70の構成と、その処理動作について説明する。図13は、制御部70の構成図及びその制御部70の内部で実行される制御プログラムのフローチャートである。まず、構成を説明すると、制御部70は、制御プログラムを実行するCPU71aと、制御プログラムを格納するROM71bと、CPU71aにワークエリア（制御プログラムの実行エリア）を提供するRAM71cと、受光ユニット62の三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号（PdR、PdC、PdL）を所定の周期でデジタル信号に変換して取り込む入力インターフェース（図ではI/Fと略している。）71dと、制御値（DL, DR）を出力する出力インターフェース71eと、これら各部を接続するバス71fとを備えている。

【0043】次に、制御プログラムは、受光ユニット62の三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号（PdR、PdC、PdL）を取り込むためのサンプリング処理（ステップS40）と、制御値（DL, DR）を演算して出力するための駆動制御処理（ステップS41）とを周期的に実行する。

【0044】図14は、駆動制御処理の具体例を示す図であり、この例では、まず、PdR、PdC及びPdLの各サンプリング値（以下「iL」、「iC」、「iR」とする。）の最大値を求め、その最大値と所定のしきい値SL1とを比較する（ステップS41a）。Max（ ）は、引数で渡された複数の値のうち最大値を戻り値とする汎用関数である。

【0045】今、Max（iL、iC、iR）の戻り値がしきい値SL1を超えない場合、受光ユニット62の三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号（PdR、PdC、PdL）は、いずれも小さな値であり、床面などからの反射光（図10のスポット光13参照）を捕捉していないので、停止用の制御値（「00」）を発生し（ステップS41b）、その下位ビット（0）をDRとして右輪駆動部71Rに出力すると共に、その上位ビット（0）をDLとして左輪駆動部71Lに出力する。

【0046】一方、Max（iL、iC、iR）の戻り

値がしきい値SL1を超えている場合は、受光ユニット62の三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号（PdR、PdC、PdL）のいずれかが大きな値であり、床面などからの反射光（図10のスポット光13参照）を捕捉している状態であるので、その捕捉方向を判定するために、どの信号が最大値を示したかを特定する（ステップS41c）。

【0047】たとえば、iLが最大値である場合は反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向に対して左側であり、または、iRが最大値である場合は反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向に対して右側である。したがって、iLが最大値である場合は、左旋回用の制御値（「01」）を発生し（ステップS41d）、その下位ビット（1）をDRとして右輪駆動部71Rに出力すると共に、その上位ビット（0）をDLとして左輪駆動部71Lに出力する。または、iRが最大値である場合は、右旋回用の制御値（「10」）を発生し（ステップS41e）、その下位ビット（0）をDRとして右輪駆動部71Rに出力すると共に、その上位ビット（1）をDLとして左輪駆動部71Lに出力する。

【0048】これにより、ロボット60は、自分の進行方向に対して左側に反射光を捕捉した場合は左旋回し、右側に反射光を捕捉した場合は右旋回する結果、その旋回運動によって、反射光（すなわち「輝点」）を追いかけて進路を動的に変えて進むという運動作用が得られる。

【0049】ここで、iCが最大値である場合は、反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向にあるから、そのまま、前進用の制御値（「11」）を発生（ステップS41h）してもよいが、受光センサ67L、67C、67R（特に67C）の感度特性を考慮すると、iCとiRの差（iC-iR）およびiCとiLの差（iC-iL）を演算し、それらの差値がいずれも所定のしきい値SL2を超えて大きい場合にのみ、前進用の制御値（「11」）を発生（ステップS41h）し、その下位ビット（1）をDRとして右輪駆動部71Rに出力すると共に、その上位ビット（1）をDLとして左輪駆動部71Lに出力することが望ましい。

【0050】図15（a）は、受光センサ67L、67C、67Rの感度特性を示す図である。この図において、0度を通る線は受光センサの光軸中心線を示し、±30度や±60度あるいは±90度を通る線はそれぞれ光軸中心からの角度線を示している。受光センサ67L、67C、67Rは、光軸中心線において、最も良好な感度を持つが、この光軸中心を外れた角度においても低いながら一応の感度を持つ。したがって、受光センサ67L、67C、67Rの信号は、それぞれの光軸中心を最大感度とし、且つ、光軸中心から離れるにつれて徐々に感度を低下する略山形状の分布を持っている。

【0051】図15（b）は、iL=iC=iR<SL

1の場合の特性図である。なお、 θ_L は受光センサ67Lの光軸中心角、 θ_C は受光センサ67Cの光軸中心角、 θ_R は受光センサ67Rの光軸中心角である。この場合、三つの受光センサ67L、67C、67Rから取り出された出力信号(PdR、PdC、PdL)は、いずれも小さな値であり、床面などからの反射光(図10のスポット光13参照)を捕捉していないから、停止用の制御値(「00」)を発生すればよい(ステップS41b)。

【0052】図15(c)は、 $i_L > S_L1$ 、 $i_C = i_R < S_L1$ の場合の特性図である。この場合、 i_L が最大値であり、反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向に対して左側であるから、左旋回用の制御値(「01」)を発生すればよい(ステップS41d)。

【0053】図15(d)は、 $i_R > S_L1$ 、 $i_C = i_L < S_L1$ の場合の特性図である。この場合、 i_R が最大値であり、反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向に対して右側であるから、右旋回用の制御値(「10」)を発生すればよい(ステップS41e)。

【0054】これらに対して、図16(a)は、 $i_C > S_L1$ 、 $i_L = i_R < S_L1$ 、且つ、 $i_C > i_L = i_R$ の場合の特性図である。明らかに i_C が最大値($i_C > i_L = i_R$)である場合、反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向になるから、前進用の制御値(「11」)を発生すればよい(ステップS41h)。

【0055】しかし、 $i_C > S_L1$ 、 $i_L = i_R < S_L1$ であっても、 i_C と i_L の差($i_C - i_L$)または i_C と i_R の差($i_C - i_R$)が小さい場合、たとえば、図16(b)や図16(c)のような場合は、反射光の捕捉方向はロボット60の進行方向よりも若干右寄りになっているため、単に前進制御を行うよりも、小刻みに進路変更(図16(b)の場合であれば右旋回制御)をすべきである。すなわち、図14におけるステップS41fおよびステップS41gは、このような小刻みな進路変更を行うために、あえて設けられたものである。

【0056】以上のとおり、この第5の実施の形態においても、ロボット60は、床面などからの反射光(輝点)を追いかけるよう自走するから、たとえば、レーザポインタのような簡単な光線発射具を用いて所望の道筋を指し示すだけで、離れた位置から容易に遠隔走行案内を行なうことができる。さらに、前記他の実施の形態のような画像認識処理(図3参照)を必要とせず、複数の受光センサ(たとえば、三つの受光センサ67R、67C、67L)と、それらのセンサからの信号を処理する処理部(制御部70)とを具備すればよいから、前記他の実施の形態と比較して、コストの低減を図ることができる。また、光線発射具は、手持ちされるもの(例：レーザポインタ)のみに限らない。たとえば、天井や壁面等の屋内建造物もしくは電柱等の屋外建造物などの固定構造物に取り付けられ、遠隔操作によって自在な方向に

ビームを照射可能なもの(例：投光器)であってもよい。

【0057】なお、本実施の形態では、三つの受光センサ67R、67C、67Lを備えているが、これに限定されない。たとえば、左右に配置された二つの受光センサによっても実現可能である。ロボット60の進行方向正面に反射光が位置している場合、二つの受光センサの出力信号はほぼ同じ大きさとなり、また、同進行方向の右側に反射光が位置している場合、右側の受光センサの出力信号が大きくなり、また、同進行方向の左側に反射光が位置している場合、左側の受光センサの出力信号が大きくなるからである。また、複数(二つまたは三つもしくはそれ以上)の受光センサは、図示のように、それぞれが物理的に独立した個別の受光素子(受光センサ67R、67C、67L)であってもよいが、一つのパッケージ(または基盤上に)に複数の受光素子を実装したもの、たとえば、PSDやCCDあるいはCMOS型などの受光デバイスであってもよい。

【0058】(第6の実施の形態)あるいは、単一の受光センサで実現することも可能である。図17(a)は、第6の実施の形態におけるロボット80の外観図である。なお、図17(a)において、前記第5の実施の形態と共通する構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。ロボット80の受光ユニット81は、1個の受光センサ82を実装すると共に、水平旋回可能に、ロボット80の本体61に取り付けられており、受光ユニット81の旋回軸83は、本体61の内部に設けられたモータ84の回転軸85に、軸心一致で固定されている。

【0059】図17(b)は、受光ユニット82の水平旋回運動の模式図である。受光ユニット82は、モータ84の駆動により、最大180度の旋回運動を行うことができるようになっている。すなわち、ロボット80の進行方向を θ としたとき、最大で $\theta - 90$ 度から $\theta + 90$ 度までの間を旋回することができるようになっている。本実施の形態におけるロボット80は、この最大旋回範囲(± 90 度)を粗サーチ範囲として床面などからの反射光(輝点に相当)86を大まかに捕捉し、さらに、その反射光86の捕捉角度 θ_a (θ に対する角度)を中心とした狭い旋回範囲(たとえば、 ± 15 度)で密サーチを行うことにより、反射光86の方向を精密に特定し、その方向にロボット80を自走させることができる。

【0060】図18(a)は、本実施の形態におけるロボット80の内部システム構成図である。この図において、制御部90(探索手段、判定手段、移動制御手段)は、受光ユニット81の1個の受光センサ82から取り出された出力信号(Pd)を取り込み、その信号(Pd)に基づいて前記反射光86の方向を判定し、その方向にロボット80を自走させるための制御値(DL、D

R)を演算する点で前記第5の実施の形態と共通するが、受光ユニット81を旋回させるための制御値(DU)を演算して、受光ユニット81の旋回駆動用の駆動部91(内部構成は右輪駆動部71Rや左輪駆動部71Lと同じ)に出力する点で前記第5の実施の形態と相違する。

【0061】本実施の形態における制御部90の構成は、基本的に、前記第5の実施の形態の制御部70と同じである。すなわち、CPUで制御プログラムを実行し、その実行結果を制御値として出力する点で類似し、相違点は、制御プログラムの内容と、受光ユニット81を旋回させるための制御値(DU)を新たに出力するようになった点にある。

【0062】図18(b)は、受光ユニット81の旋回動作中における受光センサ82の出力信号(Pd)の強度iの変化特性図である。この図において、 θ_0 はその時点のロボット80の進行方向、 θ_a は反射光86の方向である。受光センサ82の出力信号(Pd)の強度iは、受光センサ82の光軸中心が θ_a の方向に接近するにつれて大きくなり、受光センサ82の光軸中心が θ_a の方向と一致したときに最大、受光センサ82の光軸中心が θ_a の方向から遠ざかるにつれて小さくなるという変化特性を示す。

【0063】制御部90で実行する制御プログラムは、受光ユニット81の旋回運動を制御しつつ、かかる変化特性上のiピーク点の角度(θ_a)を特定できるものでなければならないが、受光センサ82の出力信号(Pd)は、所定周期ごとのサンプリング(すなわち、ディジタル化)を経て制御部90に取り込まれるため、実際の強度iの変化特性は、図18(b)のような連続的な曲線とはならず、サンプリング周期ごとに離散化された飛び飛びの値(離散値)となる。このため、制御部90の演算性能が特段に優れていない限り、一度のサーチ(受光ユニット81の広範囲な旋回運動)だけで、変化特性上のiピーク点の角度(θ_a)を特定することは困難である。

【0064】本実施の形態は、このような点に鑑み、受光ユニット81の粗サーチと密サーチとを併用するようにしたものである。図19(a)は、粗サーチの概念図、図19(b)は、密サーチの概念図である。粗サーチでは ± 90 度のサーチ範囲を設定し、その範囲を10度刻みに分割してそれぞれの角度ごとに受光ユニット81を止めながら受光センサ82の出力信号(Pd)のサンプリングを行う。一方、密サーチでは ± 15 度のサーチ範囲を設定し、その範囲を1.5度刻みに分割してそれぞれの角度ごとに受光ユニット81を止めながら受光センサ82の出力信号(Pd)のサンプリングを行う。いずれもサーチ範囲を細分化し、それぞれの角度ごとにサンプリングを行う点で共通する。

【0065】図において、 $\Delta\theta$ は細分化角度、 θ_{START}

はサーチ範囲開始角度である。なお、図では、粗サーチの $\Delta\theta$ を10度、 θ_{START} を -90 度とし、密サーチの $\Delta\theta$ を1.5度、 θ_{START} を -15 度としているが、これは一例に過ぎない。受光センサ82の感度特性や制御部90の演算性能並びにモータ84の応答特性などを勘案して最適に設定すればよい。

【0066】図20は、本実施の形態における制御プログラム(特に「駆動制御処理」)フローチャートである。このフローチャートは、まず、上記粗サーチによる探索モードを実行して反射光86の角度 θ_a を大まかに測定し、次いで、上記密サーチによる捕捉モードを実行して反射光86の角度 θ_a を精密に測定するというものである。

【0067】<探索モード>このモードでは、まず、 $\Delta\theta$ に10度をセットし、 θ_{START} に -90 度をセットすると共に、ループカウンタCに0をセットするという初期化処理を実行する(ステップS50)。次いで、スキャン処理を実行する(ステップS51)。図21は、スキャン処理のサブルーチンフローである。このスキャン処理では、 $\theta_{START} + \Delta\theta \times C$ を演算し、その角度になるように受光ユニット81の旋回量を制御する(ステップS51a)。

【0068】そして、 $\theta_{START} + \Delta\theta \times C$ 度($C=0, 1, 2, 3, \dots$)に向いたときの受光センサ82の出力信号(Pd)を取り込み、そのサンプリング値iを図22に示す配列テーブル92に格納(ステップS51b)した後、Cを+1して更新し(ステップS51c)、スキャンを完了するまで(すなわち、Cの値が粗サーチ範囲の分割数($\pm 90/10=18$)に達するまで)、ステップS51a以降を繰り返すと、配列テーブル92に、 $C=0, 1, 2, 3, \dots, 18$ の各々に対応するiの値($i_0, i_1, i_2, i_3, \dots, i_{18}$)が格納される。

【0069】そして、スキャン完了を判定(ステップS51dの“YES判定”)すると、配列テーブル92の中からiの最大値を検索し、その最大値を変数imaxにセットするとともに、最大値を格納していた配列Cの値をCmaxにセットして(ステップS51e)、ステップS52の処理に移行する。

【0070】次に、imaxと所定のしきい値SL1とを比較し(ステップS52)、 $imax > SL1$ でない場合は、停止制御値(DL=0, DR=0)を出力してロボット80を停止(ステップS53)させる。一方、 $imax > SL1$ である場合は、 $Ca < Cmax \leq Cb$ の範囲にCmaxがあるか否かを判断する(ステップS54)。ここにおいて、所定値Caは、ロボット80の進行方向($\theta_0=0$ 度)に対応するCの値であり、粗サーチを行っている場合は、 $Ca=6$ (すなわち、分割数18の1/3の値)である。また、所定値Cbは、ロボット80の進行方向($\theta_0=0$ 度)に対応するCの

値であり、粗サーチを行っている場合は、 $C_a = 12$ (すなわち、分割数18の $2/3$ の値)である。すなわち、ほぼ前方向で i_{max} を検出したか否かステップS54で判断し、検出したならばステップS55以降の補足モードに移行する。また、検出できなければ再度ステップS50の処理に戻る。

【0071】<捕捉モード>このモードでは、まず、 $\Delta\theta$ に1.5度をセットし、 θ_{START} に-15度をセットすると共に、ループカウンタCに0をセットするという初期化処理を実行する(ステップS55)。次いで、前述と同様のスキャン処理(図21)を実行する(ステップS56)。図21において、スキャン処理では、 $\theta_{START} + \Delta\theta \times C$ を演算し、その角度になるように受光ユニット81の旋回量を制御する(ステップS51a)。

【0072】そして、 $\theta_{START} + \Delta\theta \times C$ 度($C = 0, 1, 2, 3, \dots$)に向いたときの受光センサ82の出力信号(Pd)を取り込み、そのサンプリング値*i*を図22に示す配列テーブル92に格納(ステップS51b)した後、Cを+1して更新し(ステップS51c)、スキャンを完了するまで(すなわち、Cの値が密サーチ範囲の分割数($\pm 15/1.5$ 度=20)に達するまで)、ステップS51a以降を繰り返すと、配列テーブル92に、 $C = 0, 1, 2, 3, \dots, 20$ の各々に対応する*i*の値($i_0, i_1, i_2, i_3, \dots, i_{20}$)が格納される。

【0073】そして、スキャン完了を判定(ステップS51dの“YES判定”)すると、配列テーブル92の中から*i*の最大値を検索し、その最大値を変数 i_{max} にセットするとともに、最大値を格納していた配列Cの値を C_{max} にセットして(ステップS51e)、ステップS57の処理に移行する。

【0074】次に、 i_{max} と所定のしきい値SL1とを再度比較し(ステップS57)、 $i_{max} > SL1$ でない場合は、再び探索モードに復帰する一方、 $i_{max} > SL1$ である場合は、前進/旋回処理(図23)を実行する(ステップS58)。

【0075】図23において、この前進/旋回処理では、まず、 C_{max} が所定値Ccに一致するか否かを判定する(ステップS58a)。ここに、所定値Ccは、ロボット80の進行方向($\theta_0 = 0$ 度)に対応するCの値であり、密サーチを行っている場合は、 $C_c = 10$ (すなわち、分割数20の $1/2$ の値)である。

【0076】今、 $C_{max} = C_c$ 、すなわち、 $C_{max} = 10$ である場合は、密サーチ範囲の中央(0度)に i_{max} が位置しているため、反射光の角度 θ_a はロボット80の進行方向である。したがって、この場合は、前進制御値(DL=1, DR=1)を出力してロボット80を前進(ステップS58b)させる。

【0077】一方、 $C_{max} = C_c$ でない場合、すなわ

ち、 $C_{max} = 10$ でない場合は、密サーチ範囲の中央(0度)以外に i_{max} が位置しているため、反射光の角度 θ_a はロボット80の右側または左側である。したがって、この場合は、 C_{max} が右側にあるか左側にあるかを、 $0 < C_{max} < C_c$ の範囲に C_{max} があるか否かで判断する(ステップS58c)。すなわち、 $0 < C_{max} < C_c$ の範囲に C_{max} があれば、密サーチ範囲の-15度から中央に i_{max} が位置しているためYES判定となり、 $0 < C_{max} < C_c$ の範囲に C_{max} が無ければ、密サーチ範囲の中央から+15度に i_{max} が位置していると判断し、NO判定となる。そして、この判断結果に応じ、左旋回制御値(DL=0, DR=1)を出力してロボット80を左旋回(ステップS54d)させ、あるいは、右旋回制御値(DL=1, DR=0)を出力してロボット80を右旋回(ステップS54e)させる。

【0078】このように、本実施の形態においても、ロボット80は、床面などからの反射光86を追いかけるながら自走し、たとえば、レーザポインタのような簡単な光線発射具を用いて所望の道筋を指し示すだけで、離れた位置から容易に遠隔走行案内を行なうことができる。したがって、以上の各実施の形態と同様の効果が得られるうえ、さらに、受光センサの数を1個にすることができ、光学系の構成を簡素化することができる。

【0079】

【発明の効果】請求項1または請求項2記載の発明によれば、任意の操作対象の上に形成された、光線発射装置から発射されたビーム光線の画像を含む二次元画像が撮像され、この二次元画像に含まれる操作対象画像の座標情報に基づいて、ロボットに対する前記操作対象の教示が行われる。したがって、所望の操作対象の上にビーム光線を照射するだけの簡単な操作で教示を行なうことができ、特別な訓練を必要とせず、例えば、自走型ロボットの走行案内を行なうことができる。請求項3記載の発明によれば、光線発射装置から発射されるビーム光線の変調状態を選択することにより、該選択された変調状態に対応したコマンド信号をロボットに与えることができる。したがって、請求項1または請求項2記載の発明の作用効果に加えて、ロボットに対する様々な遠隔制御を行なうことができる。請求項4記載の発明によれば、受光センサで走路上の輝点を検知し、各々の受光センサの検知信号から輝点の方向を判定すると共に、その輝点方向と移動方向とを差をなくすように移動方向を制御しながら移動するロボットを実現できる。請求項5記載の発明によれば、移動方向スキャン可能にロボット本体上に取り付けられた受光センサを用いて走路上の輝点を検知し、該輝点検知時における前記受光センサのロボット本体に対するスキャン角度から輝点の方向を判定し、その輝点方向と移動方向とを差をなくすように移動方向を制御しながら移動するロボットを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の全体的なシステム構成図である。

【図2】受光ユニット15の制御部20で実行される操作対象物認識プログラムのフローチャートである。

【図3】操作対象物までの距離と方向の演算概念図である。

【図4】ロボット14の走行制御例を示す図である。

【図5】第2の実施の形態における光線発射装置33の構成図である。

【図6】受光ユニット15の制御動作を示すフローチャートである。

【図7】第3の実施の形態におけるロボット14aの受光ユニット15aの構成図である。

【図8】受光ユニット15aの制御動作を示すフローチャートである。

【図9】ロボットの走行制御例を示す図である。

【図10】第4の実施の形態におけるロボット51の走行制御例を示す図である。

【図11】自走型ロボットの斜視図及び左側面図並びに底面図である。

【図12】ロボット60の内部システム構成図及び右輪駆動部71R（または左輪駆動部71L）の構成図である。

【図13】制御部70の構成図及びその制御部70の内部で実行される制御プログラムのフローチャートである。

【図14】駆動制御処理の具体例を示す図である。

【図15】受光センサ67L、67C、67Rの感度特性を示す図である。

【図16】 $i_C > i_L$ 、 $i_L = i_R < i_L$ 、且つ、 $i_C \gg i_L = i_R$ の場合の特性図である。

【図17】ロボット80の外観図及び受光ユニット82の水平旋回運動の模式図である。

【図18】ロボット80の内部システム構成図及び受光ユニット81の旋回動作中における受光センサ82の出*

* 力信号(Pd)の強度iの変化特性図である。

【図19】粗サーチの概念図及び密サーチの概念図である。

【図20】制御プログラムの要部（特に「駆動制御処理」）のフローチャートである。

【図21】スキャン処理のサブルーチンフローである。

【図22】配列テーブル92の概念図である。

【図23】前進/旋回処理のサブルーチンフローである。

10 【図24】従来技術におけるロボット3の走行制御例を示す図である。

【符号の説明】

10 光線発射装置

11 ビーム光線

12 操作対象物（操作対象）

14 ロボット

14a (A) ロボット

14a (B) ロボット

18 二次元画像センサ

20 制御部（特定手段、生成手段、判別手段、発生手段）

29 CCD画像（出力画像）

30 スポット画像

33 光線発射装置

45 ビーム光線

51 ロボット

60 ロボット

62 受光ユニット（検知手段）

67R 受光センサ

30 67C 受光センサ

67L 受光センサ

70 制御部（判定手段、移動制御手段）

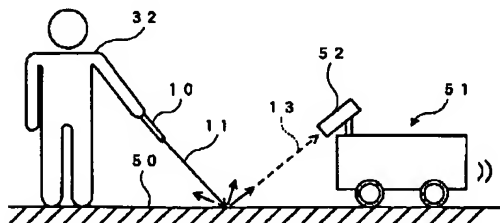
80 ロボット

82 受光センサ

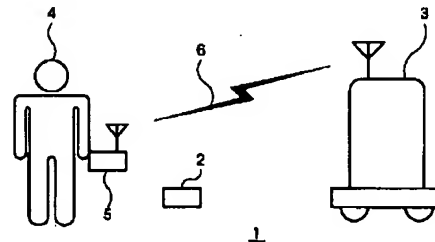
86 反射光（輝点）

90 制御部（探索手段、判定手段、移動制御手段）

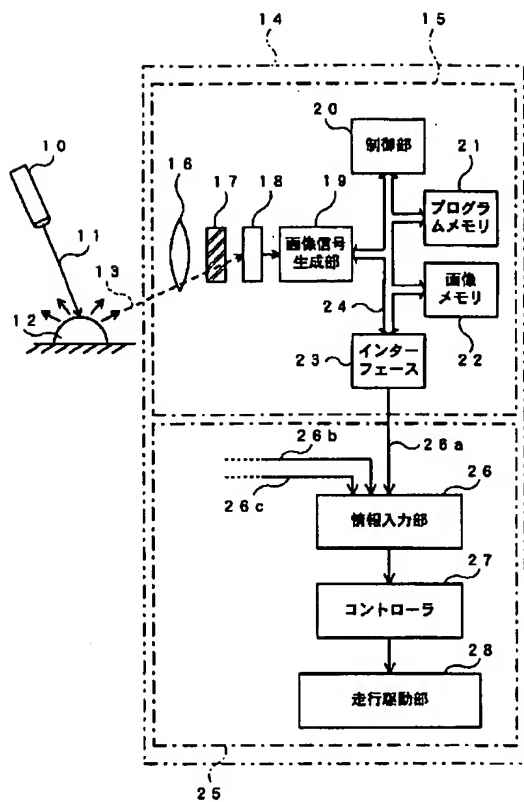
【図10】



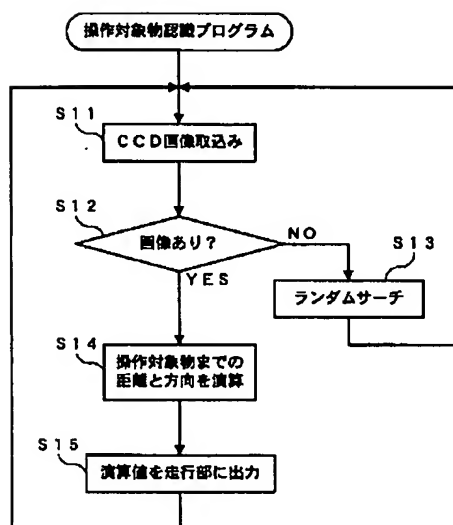
【図24】



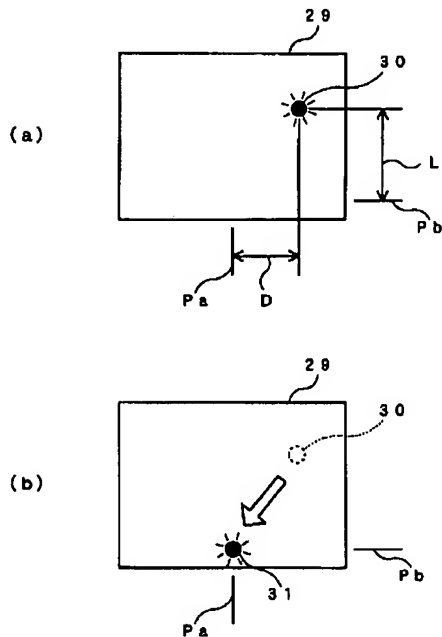
【図1】



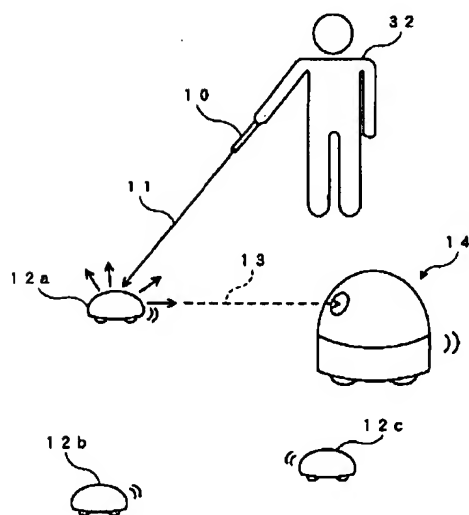
【図2】



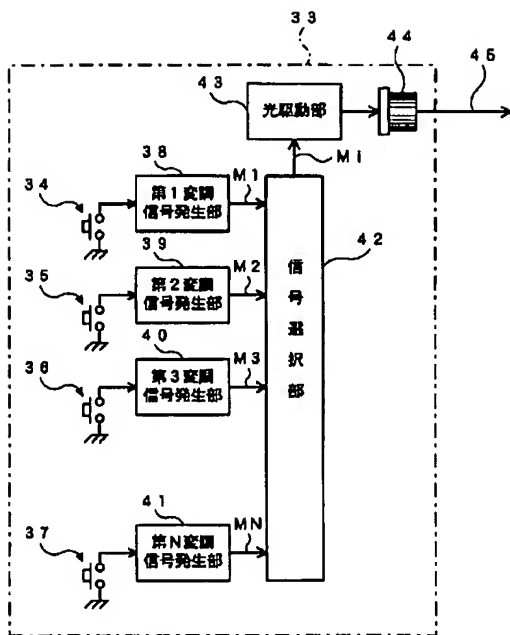
【図3】



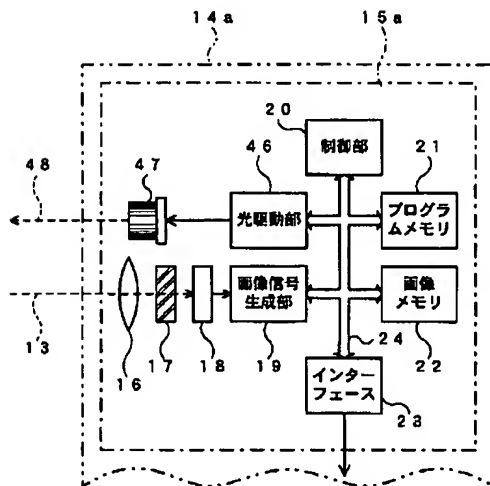
【図4】



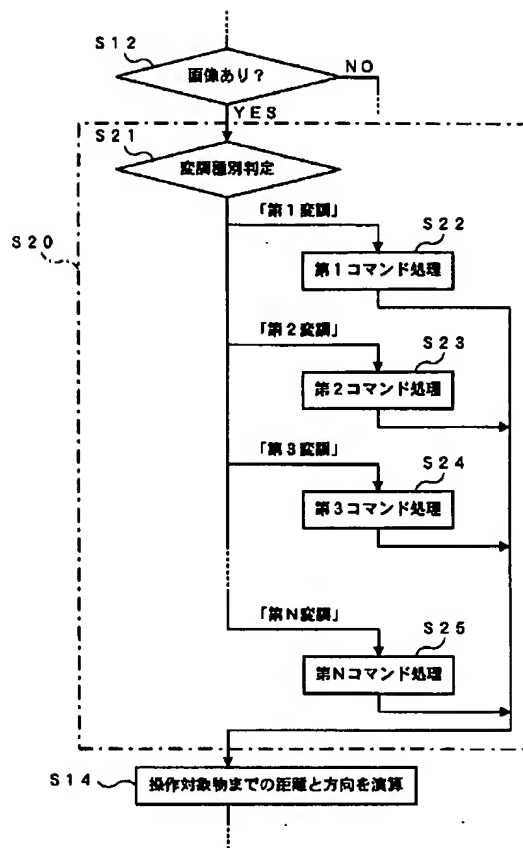
【図5】



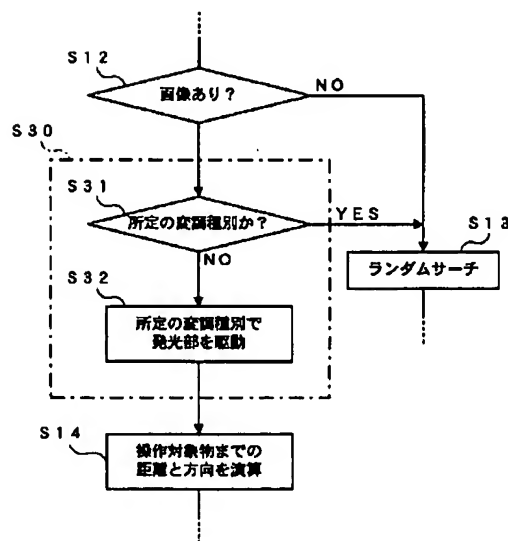
【図7】



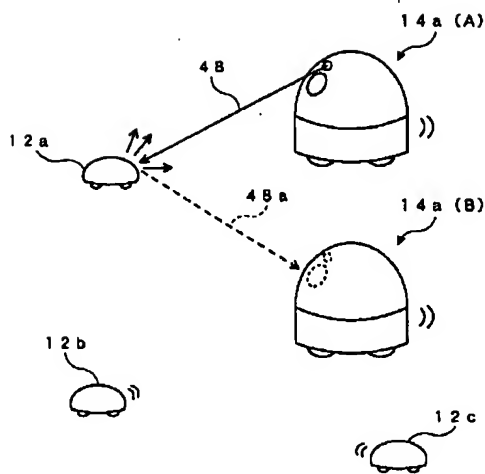
【図6】



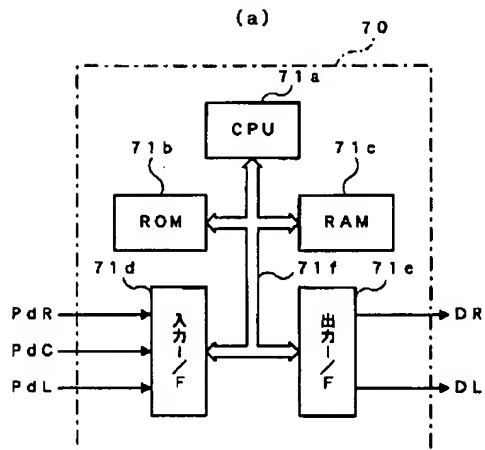
【図8】



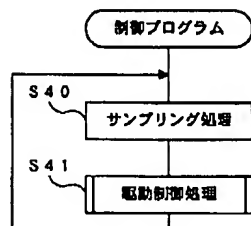
【図9】



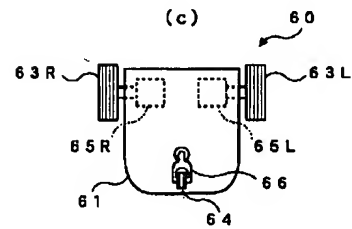
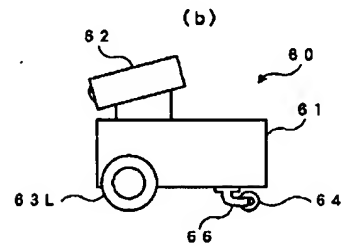
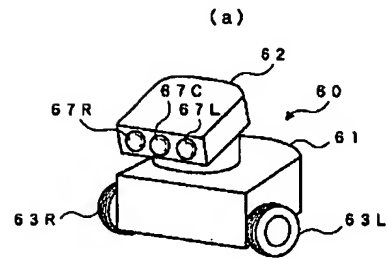
【図13】



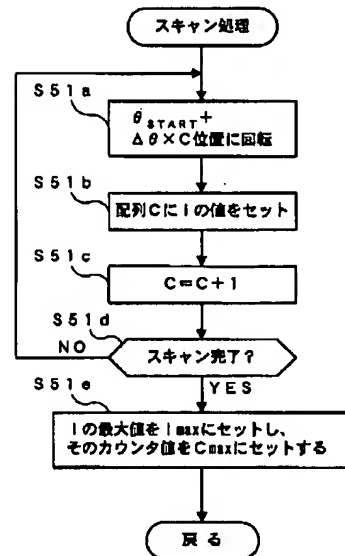
(b)



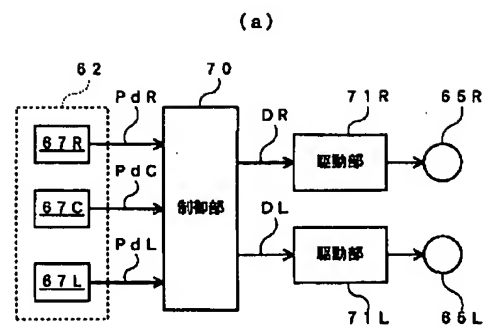
【図11】



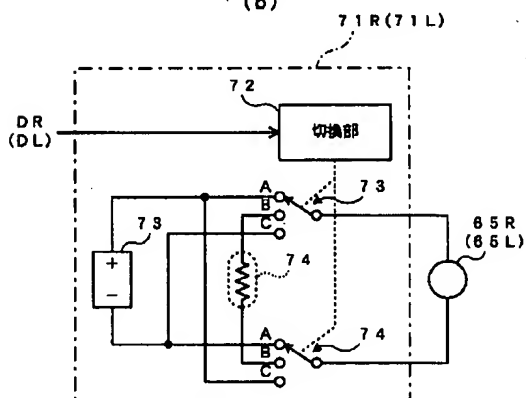
【図21】



【図12】



(b)

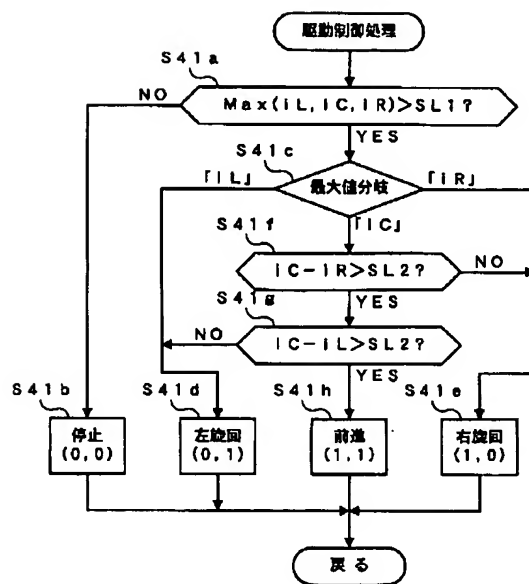


【図22】

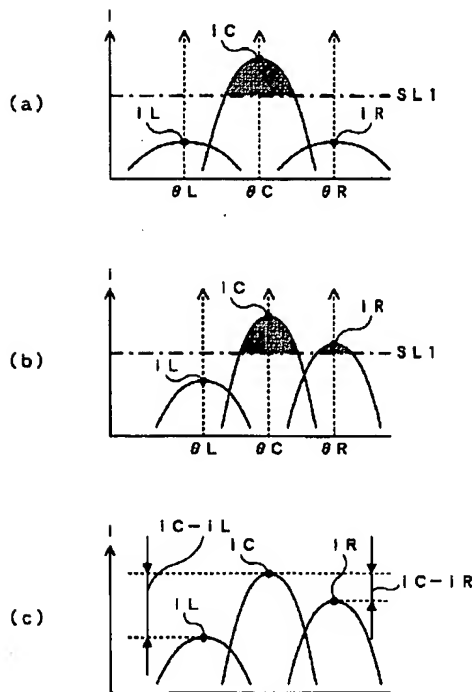
92

C	i
0	i_0
1	i_1
2	i_2
3	i_3
4	i_4
⋮	⋮

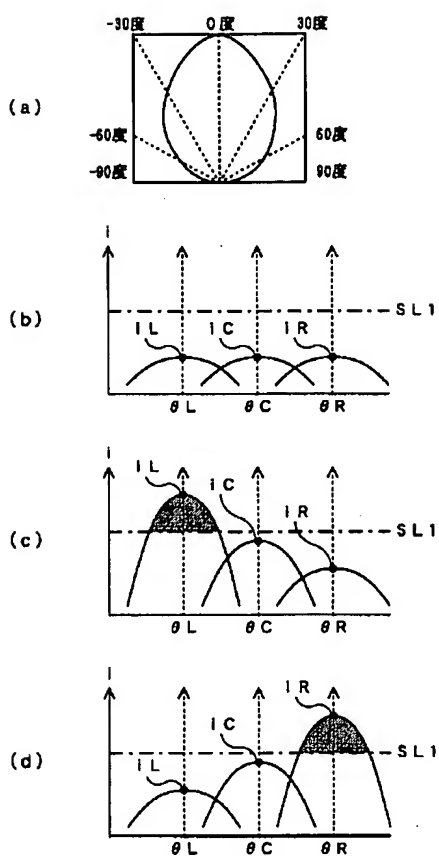
【図14】



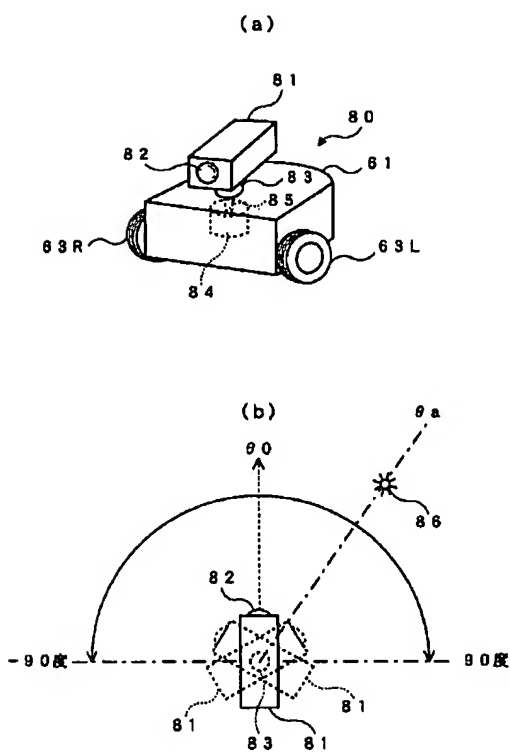
【図16】



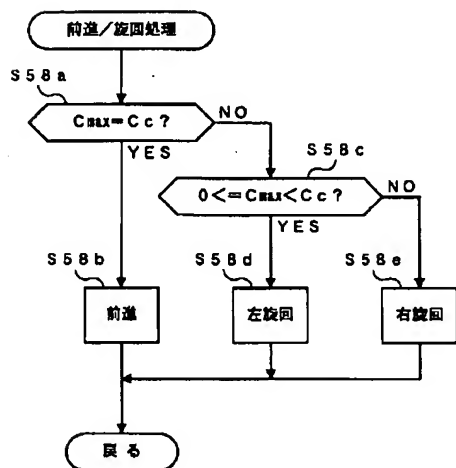
【図15】



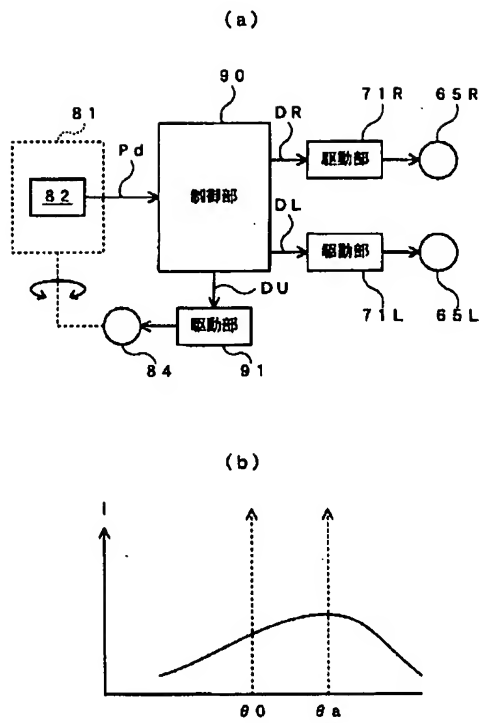
【図17】



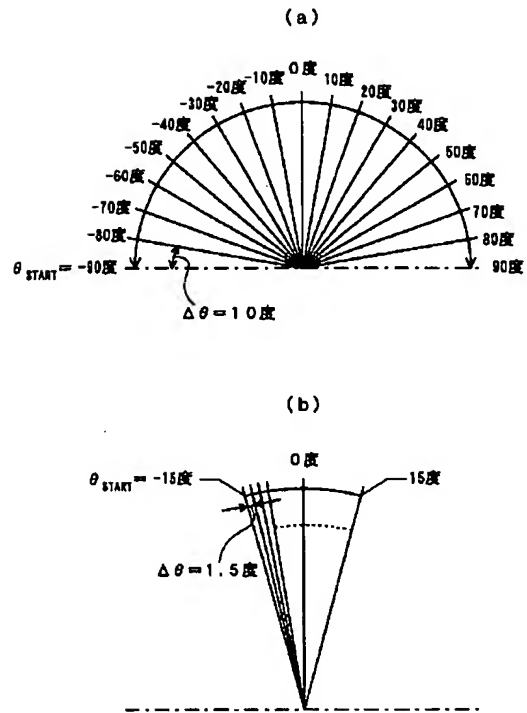
【図23】



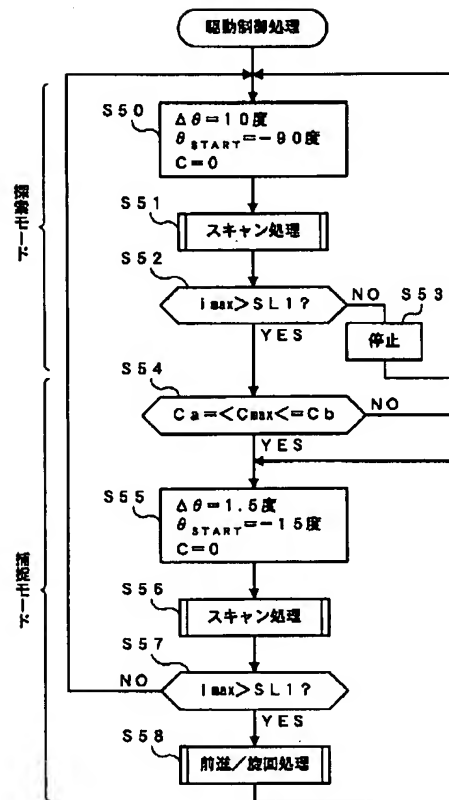
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 飯塚 宣男
東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
計算機株式会社羽村技術センター内

Fターム(参考) 3C007 CS08 JU14 KS03 KS13 KT04
KX02 LS02 LS06 LS15 LV04
WA16
5H303 AA10 BB02 BB14 CC02 DD01
EE01 EE03 EE07 FF11 GG12
HH01 KK01 LL03 QQ09